

# **METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN PARA MEJORA DE SERVICIO Y REDUCCIÓN DE COSTOS**

**LUIS GABRIEL BORDA ÁNGEL**

**Universidad EAFIT**

**Escuela de Administración**

**2016**

**METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN PARA MEJORA DE SERVICIO Y  
REDUCCIÓN DE COSTOS**

**LUIS GABRIEL BORDA ÁNGEL**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de MBA.**

**Asesor temático: MAURICIO PINEDA**

**Asesora metodológica: LAURA ISABEL ROJAS DE FRANCISCO**

**BOGOTÁ**

**UNIVERSIDAD EAFIT**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN**

**2016**

## TABLA DE CONTENIDOS

### RESUMEN

1	INTRODUCCIÓN .....	8
2	OBJETIVOS .....	10
	2.1 <i>Objetivo General.</i> .....	10
	2.2 <i>Objetivos Específicos.</i> .....	10
3	MARCO REFERENCIAL Y CONCEPTUAL .....	11
	3.1 Referencias conceptuales .....	11
	3.2 ¿Cómo trabaja el <i>buffer</i> ? .....	16
	3.3 Casos de implementación de Demand Driven. ....	18
4	MÉTODO DE SOLUCIÓN.....	21
	4.1 Análisis documental:.....	21
	4.2 Aplicación del modelo y seguimiento del proceso .....	21
5	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	23
	5.1 Aplicación del modelo y Desarrollo por pasos: .....	23
	5.2 Análisis de supuestos y Resultados:.....	32
	5.2.1 <i>Variación de costo asociado al capital de trabajo:</i> .....	32
	5.2.2 <i>Variación de costo asociado al almacenamiento:</i> .....	33
	5.2.3 <i>Variación de costo asociado al Servicio:</i> .....	34
	5.2.4 <i>Variación de costo asociado al riesgo de obsolescencia:</i> .....	36
6	CONCLUSIONES .....	38
7	REFERENCIAS.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo S&OP.....	10
Figura 2	Ciclo del inventario.....	12
Figura 3	Cadena de producción.....	14
Figura 4	Construcción <i>buffer</i> de Inventario.....	15
Figura 5	Número de pasajeros día en Singapur.....	16
Figura 6	Construcción <i>buffer</i> de inventario 2.....	22
Figura 7	Reposición estratégica del <i>buffer</i> para SKU.....	22
Figura 8	Órdenes grandes vs. órdenes frecuentes.....	24
Figura 9	Cantidad sugerida de producción.....	25
Figura 10	Construcción del <i>buffer</i> para SKU 1001.....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros utilizados en Demand Driven.....	17
Tabla 2	Parámetros del SKU 1001.....	22
Tabla 3	Tiempos entre producción y disponibilidad del ítem.....	23
Tabla 4	Ejemplo de pedido.....	25
Tabla 5	Ordenes de producción por semana.....	26
Tabla 6	Rangos del factor de variabilidad.....	28
Tabla 7	Parámetros para 25 SKU.....	29
Tabla 8	Resumen resultados 150 SKU.....	29
Tabla 9	Costos directos e indirectos del inventario.....	31
Tabla 10	Costos de inventario y almacenamiento.....	32

## RESUMEN

Actualmente, para la planeación de la cadena de suministro, las organizaciones utilizan métodos convencionales basados en modelos estadísticos que miran el pasado y no reconocen avances. Con este estudio se busca proyectar el futuro estos procesos. Para lograrlo se tiene en cuenta la metodología Demand Driven que, para cambiar esta situación, basa su teoría en la adaptación de la cadena logística para reaccionar ante la venta en tiempo real, mediante la organización de *buffers* o pequeñas cajas de inventario que según las características de la cadena tendrán distintas propiedades para garantizar siempre la disponibilidad de *stock*, al menor coste y cantidad posible.

Se pretende demostrar la metodología mediante un caso de empresa: la viabilidad del sistema para garantizar la reducción del capital invertido en inventarios, garantizando mayor flujo de capital para inversión en nuevos aspectos; se presupone mejora en servicio que se traduce en mayores ventas para la compañía y reducción de costos al tener menor nivel de inventarios.

Al realizar el ejemplo empresarial, este estudio entrega a los líderes de las organizaciones las herramientas necesarias para toma de decisiones sobre cambios estructurales en la forma de realizar su proceso de planeación y ventas operacionales en busca de adaptaciones a las necesidades del mercado cambiante y exigente en el que vivimos hoy, donde los consumidores buscan bajo costo, alta calidad y disponibilidad a la mano. En este estudio se puede observar cómo se pueden incrementar los ingresos en un 20% con sólo mejorar el nivel de servicio y entregas a tiempo a los clientes.

Cadena de suministro, logística, *demand driven*, planeación de inventarios, eficiencia.

### ***Abstract***

Organizations currently use conventional methods for planning the supply chain based on statistical models that look at the past. This study is looking for project the future. The Demand Driven methodology seeks to change this situation, based on the adaptation of the supply chain to react to sales in real time, through the organization of *buffers* or small boxes that have different properties, to ensure always and check the availability of stock, at lower costs.

It is intended to demonstrate the methodology through a case company: the viability of the system to ensure the reduction of capital invested in inventory, ensuring greater flow of capital for investment in new areas, improving service, which translates into higher sales to the company, and reducing associated costs by having lower level of inventories.

Whit the example, we deliver to the leaders of the organizations the necessary tools for making decisions about structural changes in the way to make the planning process and operational sales, looking for adapt themselves to the changing market needs and demanding customers that we have today, where consumers seek low cost, high quality and total availability of the product. In this study you can see how you can increase revenue by 20 % just by improving the level of service and timely deliveries to customers.

Key Words: Supply Chain, Logistics, Demand Driven, Inventory Planning, Efficiency.

## **1 INTRODUCCIÓN**

Cada vez más, el mercado mundial y la globalización exigen a las organizaciones ser flexibles ante los cambios y tendencias del mercado para ajustarse lo más rápido posible a lo que el consumidor desea en tiempo real y a las actividades de la competencia, por ejemplo ofertas e incrementos de precio. Por eso dentro de cada organización, la cadena de suministro debe soportar estos cambios desde el escenario logístico, y la forma de realizarlo es mediante un cambio en su política de inventarios convencional, con bajas existencias para poder realizar cambios y ajustes a tendencias rápidamente, pero estos bajos inventarios soportan en mejor porcentaje el servicio entregado al cliente / consumidor, ya que se tiene en inventario realmente lo que el cliente necesita. Con esta premisa entramos a la investigación de la metodología Demand Driven como propuesta a la necesidad logística de las organizaciones.

En este texto se expondrán, mediante un modelo de organización, los beneficios de la aplicación de la metodología Demand Driven en las organizaciones.

Para empezar, a través del marco conceptual entregaremos al lector los conceptos básicos de planeación y cadena de suministro para ir enfocando el escenario de ejecución de la metodología Demand Driven.

Continuaremos definiendo la cadena de suministro actual y convencional dentro de las organizaciones, así como los objetivos principales del proceso de planeación de ventas y operaciones (S&OP) para exponer posteriormente el campo de ejecución y mejora con la metodología Demand Driven.



Posteriormente se expondrán los principios de esta metodología y las características principales de su ejecución, es decir, se presentarán las reglas básicas, los pasos para su ejecución y los resultados esperados con su implementación. Así mismo, se expondrán casos exitosos de ejecución en Europa y otros países para mostrar antecedentes de la metodología.

Luego de entregar al lector las herramientas suficientes para la comprensión de la metodología, se realizarán mediciones reales en categorías piloto del nivel histórico de *stocks* de distintos *Stock-keeping unit* o SKU –número de referencia que sirve para identificar y seguir productos y servicios en un sistema de entrega de ítems-productos–, comparando con el nivel de *stock* teórico planteado por la metodología Demand Driven, para analizar resultados, buscando exponer la variación de costos de inventario (almacenamiento – riesgo – oportunidad), los costos asociados a la pérdida del nivel de servicio con ambas metodologías y el costo asociado a la obsolescencia de inventarios (vencimientos).

Con ello se desarrollará para la empresa piloto el paso a paso de la metodología aplicada, justificando y explicando teóricamente los distintos pasos para entendimiento del lector, de forma tal que pueda ser aplicable a otras operaciones.

Finalmente, se entregarán resultados aplicables a todas las organizaciones para facilitar la toma de decisiones cuándo se esperan cambios de raíz de la cadena productiva como soporte a la operación, que les permitan tener una estructura flexible ante las continuas exigencias de los consumidores y del mercado y ser más rentables para poder competir en el mercado con precio y servicio.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 *Objetivo General*

Plantear, mediante un modelo de ejemplo organizacional, la metodología Demand Driven para el manejo de inventarios y así valorar sus principales impactos y beneficios.

### 2.2 *Objetivos Específicos*

- ✓ Aplicar y desarrollar la metodología Demand Driven de gestión de inventarios para determinar los aspectos que expongan sus beneficios.
- ✓ Realizar mediciones reales en categorías piloto del nivel histórico de *stock* de distintos SKU y compararlo con el nivel de *stock* teórico planteado por la metodología Demand Driven, para analizar resultados, costos y beneficios asociados.
- ✓ Exponer la variación de costos de inventario (almacenamiento – riesgo – oportunidad) al usar la metodología Demand Driven respecto a la metodología convencional.
- ✓ Exponer y analizar el costo asociado a la pérdida del nivel de servicio con ambas metodologías y el costo asociado a la obsolescencia de inventarios (vencimientos).
- ✓ Desarrollar para la empresa piloto el paso a paso de la metodología aplicada, justificando y explicando teóricamente los distintos pasos para entendimiento del lector, de forma tal que pueda ser aplicable a otras operaciones.

- ✓ Proporcionar a las directivas de las organizaciones otra posible herramienta en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de inventarios.

### 3 MARCO REFERENCIAL Y CONCEPTUAL

#### 3.1 Referencias conceptuales

A continuación se hace un listado de conceptos y siglas relacionadas con la metodología Demand Driven:

*S&OP: Sales & Operations Planning* es un método de planificación cuyo objetivo es conciliar los pronósticos comerciales con los requerimientos logísticos y financieros. Aunque hoy es común que las compañías implementen programas de S&OP, se trata de un concepto relativamente reciente (Kazez, 2014).

*Stock-keeping unit o SKU*: son las diferentes presentaciones con las que se mueven las referencias en la cadena de suministro (Mora García, 2011).

*MRP: Material Requirements Planning* es un sistema de planificación de la producción y de gestión de *stocks*, basado en un soporte informático (Medina, Nogueira & Negrín, 2002).

*Lead Time*: es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente (Mora García, 2011).

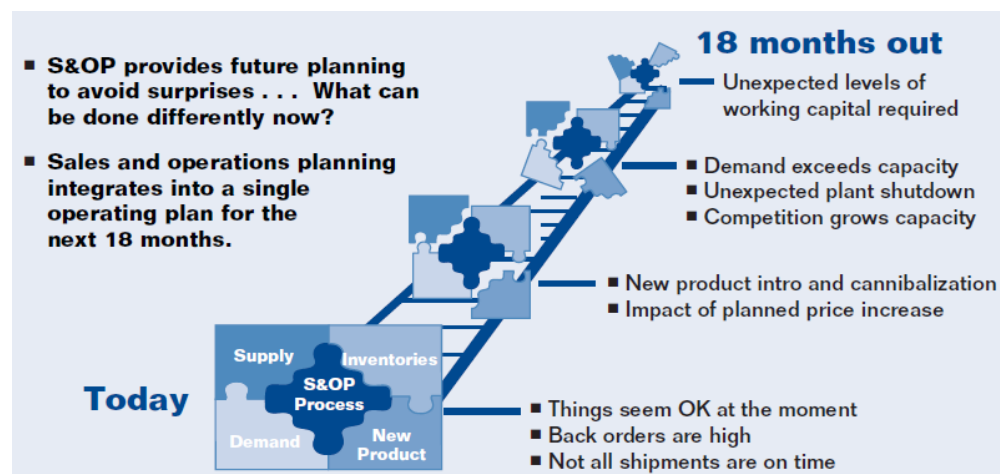
*Consumo promedio diario - CPD*: se refiere a la tasa de utilización de un recurso en la unidad de tiempo día (Mora García, 2011).

“When the right products aren’t in the right place at the right time, things can get ugly: stock outs and lost sales; inventory pileups, markdowns, and write off’s; poor capacity utilization and declining service levels” (Aparajithan, Berk, Gilbert & Mercier, 2011; p. 3).

El texto citado es la razón principal por la que surge la planeación de ventas y operaciones (S&OP), que mediante la integración de las distintas áreas de la organización y de sus procesos busca lograr un correcto y acertado plan de negocios a corto, mediano y largo plazo sincronizando la cadena productiva de la operación con las ventas, incrementando beneficios, reduciendo costos y buscando la satisfacción del cliente en áreas de servicio. (Wells & Schorr, 2007).

La siguiente figura muestra algunas consecuencias a través del tiempo de un ciclo S&OP que no funciona correctamente:

Figura 1. Ciclo S&OP.



Fuente: (Wells & Schorr, 2007).

Dentro del ciclo de S&OP en la planeación de la cadena de suministro, se tiene el proceso de pronóstico de ventas o estudios de previsión de ventas mediante modelos estadísticos.

Usando avanzadas técnicas analíticas se busca obtener señales de demanda asociadas a los comportamientos del consumidor, estacionalidad de las ventas, patrones de crecimiento y de demanda, tendencias y demás, para poder dar forma a la demanda futura usando modelos predictivos y minería de datos.

Esta técnica de pronóstico también permite medir qué tan efectivas están siendo las campañas de mercadeo de productos y servicios y así optimizar sus gastos en publicidad (Chase Jr, 2010). Como resultado, la previsión de la demanda y las ventas se basa en modelos de simulación de escenarios –qué pasaría si...– y técnicas de modelación del futuro. Sin embargo día a día el rango de tolerancia y aceptación de la variabilidad entre lo pronosticado y lo real es menor. La ley de la variabilidad manifiesta que entre más variabilidad hay en un proceso, menos productivo será éste (King, 2011) y no resalta adecuadamente el impacto de la variabilidad en el sistema, solo a nivel de procesos individuales sin mirar el impacto de toda la cadena. Siendo así, la variabilidad en el punto local no mata el flujo del sistema, es la acumulación y amplificación de la variabilidad cuando se estudia la complejidad en la forma en que las áreas individuales interactúan entre ellas la que funciona para obtener ventajas significativas (Smith & Smith, 2013).

Esta teoría se basa también en que la cadena de suministro actual lleva años buscando contrarrestar la variabilidad creada por el consumidor a la hora de elegir sus productos, sin éxito alguno, ya que el cliente / consumidor no está dispuesto a esperar por nuestros productos en góndola, a comprar lo que existe en góndola o a aceptar baja calidad y altos precios respecto a los competidores (Ptak, Smith, Ptak & Smith, 2012). El cliente siempre está innovando y no es fácilmente predecible, por ello la necesidad de cambio en la planeación de la cadena de suministro.

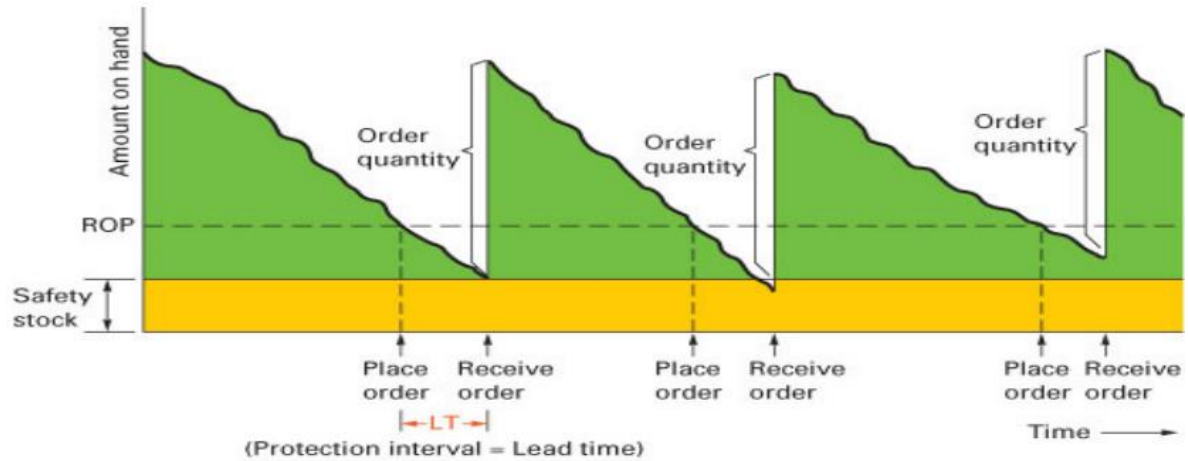
Siguiendo con el proceso convencional de planeación y operaciones de ventas, una vez se tienen los pronósticos de ventas (con el método de variabilidad en un punto), se realiza la planeación de los materiales, MRP, para determinar la cantidad de inventario necesario por ítem para sostener la ejecución del proceso y soportar el pronóstico realizado. Este sistema MRP consiste en planear, según las necesidades de producto terminado, qué se debe fabricar, en qué momento y bajo qué cantidades, y en el caso de materiales qué se debe comprar, en qué momento según el tiempo que tarda el envío y tránsito del material (*lead time*) y en qué cantidades (Medina et al., 2002).

La figura 2 muestra el comportamiento del inventario bajo la política de *stock* convencional y amplía gráficamente los conceptos de *lead time*, *safety stock* y los distintos puntos por los que atraviesa el inventario.

El *lead time* es el tiempo de tránsito desde que se coloca la orden de compra al proveedor (*place order*) de insumos hasta que se recibe en planta (*receive order*) e incrementa el inventario a su punto máximo.

Por otro lado, el inventario de seguridad (*safety stock*) se define como el inventario de seguridad que se utiliza para amortiguar las desviaciones de la demanda, es un presupuesto (*Budget*) de inventario para no presentar agotados de inventarios ante las desviaciones de la venta.

Figura 2: Ciclo del inventario.



Fuente: (Zhu, 2010).

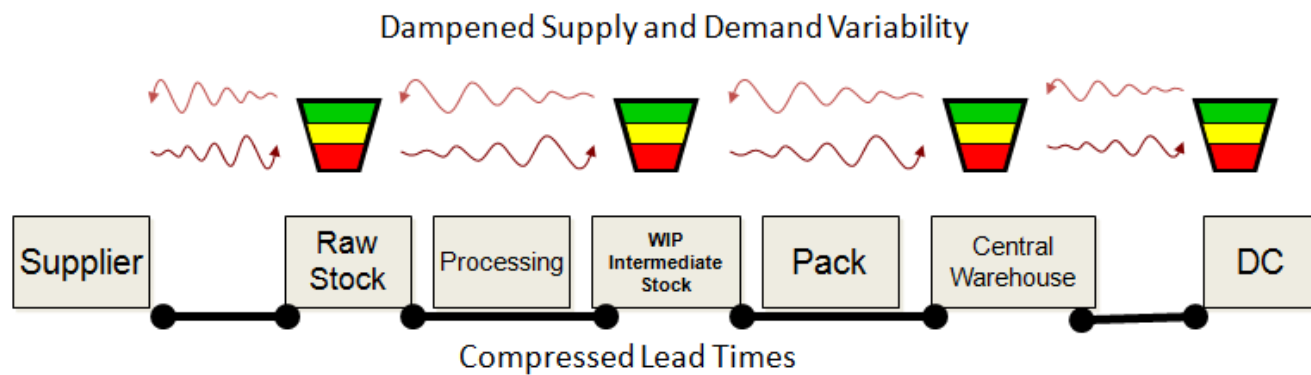
Viendo esto, Harding & Ptak (2012) en su texto referente a la demanda mencionan que basar la operación de las organizaciones del mundo actual poco previsible y cambiante en pronósticos, es como estar manejando un carro en carretera de montaña bajo neblina, únicamente con lo que vemos en el retrovisor (pasado) y sin mirar hacia el frente. Como resultado de la tendencia de este mundo cambiante, demandante y cada vez más impredecible, surge una nueva disciplina de demanda basada en detección, conformación y respuesta a la demanda, llamada Demand Driven Forecasting.

*Demand Driven Supply Chain* es un sistema de producción tipo “pull” o de jalonamiento de demanda, esto significa que es activado y dirigido por la demanda entrante del sistema, dejando a un lado el sistema “push” o de empuje, donde las ventas son presionadas por los niveles de producción realizados por la compañía (Herakovic, Metlikovic & Debevec, 2014). Es decir un sistema donde todas las actividades de la cadena de suministro están enfocadas en el consumidor o comprador. Con este acercamiento las compañías pueden

reaccionar a las compras actuales del cliente, tener mayor asertividad y exactitud en su operación, mejor control de inventarios y mayor éxito en la comercialización de productos y servicios (Mc Divitt, Veer & Pivar, 2014).

El sistema Demand Driven, DD, utiliza para su ejecución la planeación de los *buffers* o baldes de inventario para absorber la demanda de cada proceso y así mismo activar la producción para la recuperación del mismo. En la figura 3, puede observarse el flujo del producto hasta llegar al centro de distribución (último *buffer*) y posteriormente al cliente.

Figura 3: Cadena de producción



Fuente: (Ptak et al., 2012).

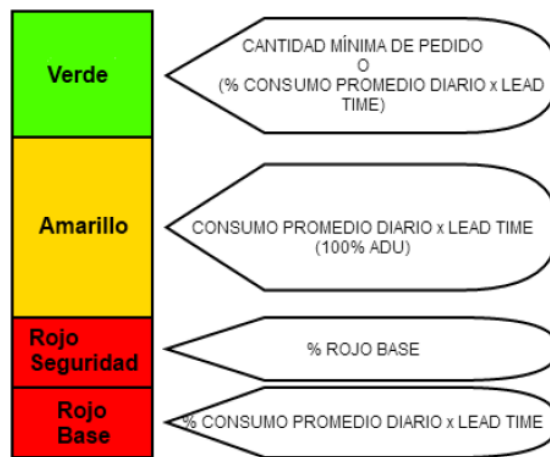
### 3.2 ¿Cómo trabaja el *buffer*?

El *buffer* de DD está compuesto por tres zonas con código de color; verde, amarillo y rojo. Cada zona tiene una función distinta y varía en tamaño según el perfil del *buffer* al que ha sido asignado. Este perfil del *buffer* es un grupo de valores aplicados a un grupo de piezas con atributos similares (Ptak & Smith, 2013a):



1. Tipo de artículo (producido, comprado o distribuido).
2. Categoría del *lead time* (largo, medio corto).
3. Categoría de variabilidad (alta, media, baja).
4. Limitaciones de lote (cantidades mínimas).

Figura 4. Construcción *buffer* de inventario



Fuente: (Ptak & Smith, 2013b).

Con el uso de estos *buffers* en cada operación (inventario del centro de distribución, inventario de producto en proceso e inventario de materiales), se busca llevar el inventario de cada proceso al mínimo y tener el que realmente demanda el cliente, aumentando el flujo de la cadena productiva, disminuyendo costes de inventario, incrementando el servicio (% entregas *on time*), eliminando vencimientos por altos inventarios y obsoletos, y por ende incrementando el ROI, retorno sobre la inversión.

### **3.3 Casos de implementación de Demand Driven**

Por último traemos algunos casos de éxito en la implementación de la metodología Demand Driven para gestión de la cadena logística. En el año 2012, se desarrolló e implementó el modelo de Demand Driven para el comercio de e-books en Estados Unidos, y encontró que es un modelo apto debido a la gestión de inventarios y hábitos de compra que se tienen en este mercado. Mediante el estudio se encontró que de todos los e-books comprados por el negocio en 2012, solo el 42% se vendió al año siguiente, esto bajo la metodología de inventarios tradicional. Al implementar Demand Driven y hacer reposición de inventario según la venta real de los consumidores, se evita la compra innecesaria de artículos que no son realmente demandados por éstos (Zhang, Downey, Urbano & Klingler, 2015).

Otro ejemplo se da en Singapur, donde para el servicio del metro se implementa la metodología Demand Driven para enfocar los recursos según el tráfico y nivel de pasajeros en tiempo real, para garantizar el movimiento de rutas según las necesidades del momento, dejando de lado la programación habitual que no tiene en cuenta el movimiento y demanda real de los pasajeros. Con el incremento de tráfico urbano y demanda de movilidad en ciudades como Tokio, Singapur o Londres, se hace importante satisfacer la demanda pública de transporte con el menor tiempo de espera posible por pasajero. Actualmente el sistema utilizado es el de atención de demanda según históricos y de picos de horario para introducir al sistema mayor cantidad de trenes. Sin embargo cuando la cantidad de pasajeros en el sistema en horas pico se retrasa o se adelanta la oferta de trenes se pierde ya que no están en el momento adecuado. El estudio realizado en Singapur trata dos modelos,

cuando los trenes tienen restricción por capacidad y cuando no la tienen. Lo primero que se realiza es la modelación de número de pasajeros en el día, expuesto en la figura 5, la cual muestra un pico a las 8 a.m. y 6 p.m.:

Figura 5: Número de pasajeros por día en el metro de Singapur

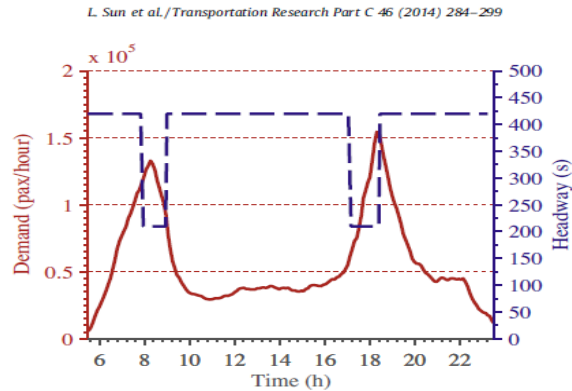


Fig. 1. Demand and headway variation of the EW line over time of day.

Fuente: (Sun, Ganj & Lee, 2011).

Así mismo aquí se muestran los parámetros recogidos en el estudio para análisis.

Tabla 1: Parámetros utilizados en Demand Driven en el metro de Singapur

Input parameters of case studies.

Parameter	Case 1	Case 2
$\Delta\tau$	1 min	1 min
$T_n$	1021 (6:00–23:00)	181 (6:00–09:00)
$S_n$	24	15
$K_n$	165	40 [35–55]
$P_n$	20 (maximum waiting time 20 min)	20 (maximum waiting time 20 min)
$N_{\max}$	10 (maximum headway 10 min)	10 (maximum headway 10 min)
$N_{\min}$	2 (minimum headway 2 min)	2 (minimum headway 2 min)
$B_s^d$	Obtained by averaging weekday demand	Obtained by averaging weekday demand
CAP	2000 pax/service	2000 [1900–2500]

Fuente: (Sun, Ganj & Lee, 2011).

En el estudio se hicieron testeos para determinar el tiempo óptimo de espera por pasajero. La demanda de lunes a miércoles es similar, sin embargo al aplicar el mismo número para jueves y viernes resulta en tiempos de espera mayores ya que la demanda es distinta. Así mismo, debe tomarse ventaja de la información en tiempo real propuesta por la metodología Demand Driven, y mantenerse la homogeneidad en la demanda con actualizaciones frecuentes, para que al entrar al sistema de transporte tengamos demanda real en nuestros estudios de frecuencia de pasajeros para la semana siguiente. Una limitación de la metodología aplicada es la ausencia de costos de los operadores, para así calcular beneficios en este aspecto (Sun, Jin, Lee, Axhausen & Erath, 2014).

Otro antecedente de aplicación real de la metodología Demand Driven se dio en Ghana en el año 2000, para el programa de agua y sanidad. Con la descentralización del sistema de acceso a agua potable y atención a la demanda según la realidad de las poblaciones, para el año 2004 cerca de 800.000 personas de comunidades rurales, 660 hospitales y 400 colegios lograron su acceso a agua potable. Esto gracias a la planeación, monitoreo y evaluación de agua potable para las poblaciones con menores oportunidades y a la implementación descentralizada del programa hacia los distritos y en función de la demanda real con foco en empoderamiento a distritos y pueblos para planear, ejecutar y evaluar sus propios programas. Todo esto se realizó con presupuesto de Banco Mundial (World Bank, 2006).

## **4 MÉTODO DE SOLUCIÓN**

### **4.1 Análisis documental:**

Se hizo revisión de documentos que dieran cuenta del proceso de implementación de la metodología Demand Driven a través de cada etapa de ejecución y validación y análisis del modelo empresarial en el manejo de inventarios para demostración de diferencias en costos, servicio y procesos frente al método convencional.

### **4.2 Aplicación del modelo y seguimiento del proceso**

El método Demand Driven es convencionalmente utilizado hoy por las empresas para su gestión de inventarios y con él se observan valiosas oportunidades de mejora cuando se retoma para postular modelos propios. En este estudio se postulan y explican brevemente.

Para aplicar el modelo se realizó levantamiento de datos de una empresa real perteneciente al sector de consumo masivo de alimentos. Para no revelar datos reales, éstos se trabajan a escala mediante la aplicación de un factor de reducción, aunque guardando su sensatez y validez para la aplicación del modelo en cualquier empresa hipotética de consumo masivo que cuente con un sistema de inventarios y demanda real. Posteriormente se hace costeo por nivel de *stock* y resultados cuantitativos de cada método para su posterior comparación y conclusiones.

Con los datos y el seguimiento de la aplicación se fue produciendo un documento en donde se explican los procesos en términos de validación de la efectividad del método DD en tres pasos: i) aplicación del modelo donde se explica brevemente cómo se calcula cada parámetro y *buffer* para la aplicación de la metodología DD, ii) realización del modelo

donde se aplican estos campos calculados y expuestos previamente a la totalidad del portafolio y iii) validación de los supuestos que nos llevan a la demostración de la disminución de costos en la cadena productiva e incremento de la eficacia y respuesta logística desde la gestión de inventarios, dando como resultado la demostración de mayores utilidades para las empresas que utilizan la metodología expuesta.

## 5 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

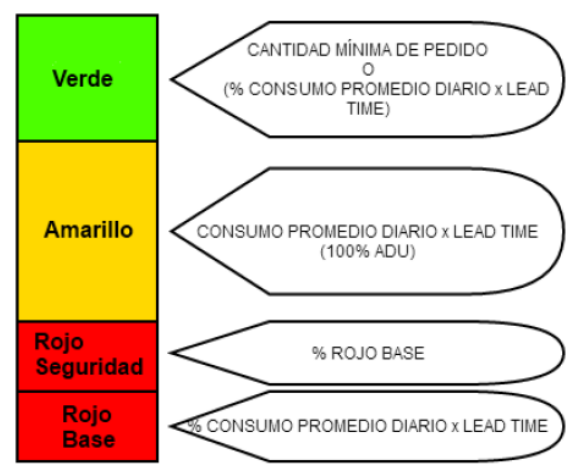
### 5.1 Aplicación del modelo y desarrollo por pasos

Se ha expuesto la importancia del flujo de materiales como pilar fundamental para el manejo de la cadena de suministro basada en la creación de flujo entre procesos, buscando cambiar el modelo actual de planeación de inventarios con políticas teóricas y estadísticas que buscan predecir el futuro. En este caso, ha sido tomada como modelo empresarial, una importante manufacturera de productos de consumo masivo que utiliza modelo convencional de políticas de inventarios para desarrollar los comparativos planteados en la introducción.

La metodología Demand Driven gira en torno al uso de posiciones estratégicas de inventario (*buffers*) demostrados aquí para un SKU, sin embargo los resultados comparativos se expondrán más adelante para el portafolio de la categoría con 150 SKU.

Estos *buffers* son como cajones de inventario de producto, que se van llenando a medida que las plantas de producción convierten las materias primas en producto terminado, y se van vaciando a medida que los clientes consumidores compran los productos. El primer cajón que se llena es el rojo, luego el amarillo y por último el verde. La metodología consiste en la construcción de cada uno de estos cajones, del tamaño adecuado para que cada vez que el inventario toca un cajón, se activen las señales de producción asignadas a éste y de esta forma se tenga el inventario ideal buscando evitar la ruptura de inventario o agotados y pérdida de servicio.

Figura 6. Construcción *buffer* de inventario.



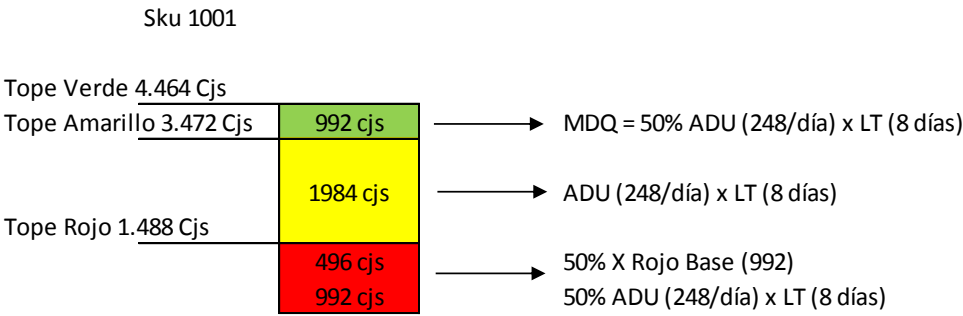
Fuente: (Ptak & Smith, 2013b).

Tabla 2. Parámetros del SKU 1001

SKU	Metodología Demand Driven			Política de inventarios convencional							
	Forecast semanal (Cajas)	Consumo promedio diario (ADU) (Cajas)	Lead time (días)	Safety stock (días)	Min stock (días)	Target promedio stock (días)	Total max stock (días)	Safety stock (Cajas)	Min stock (Cjs)	Target promedio stock (Cajas)	Total Max Stock (Cajas)
1001	1.735	248	8 días --> 50%	4,9	8,0	12,6	17,1	1.215	1.990	3.127	4.242

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Reposición estratégica del tamaño *buffer* para SKU 1001





Fuente: Elaboración propia.

**Zona verde:**

El consumo promedio diario-CPD (en inglés Average Daily Usage-ADU) de este SKU es de 248 cajas / día y el *lead time* de reposición es de 8 días (tiempo entre producción y disponibilidad). Por su *lead time* se ha puesto en categoría de *lead time* medio (50%) establecido por el comprador.

Nota: Una caja es la agrupación de unidades que representa la mínima unidad de venta posible y se determina mediante la abreviatura *cjs*.

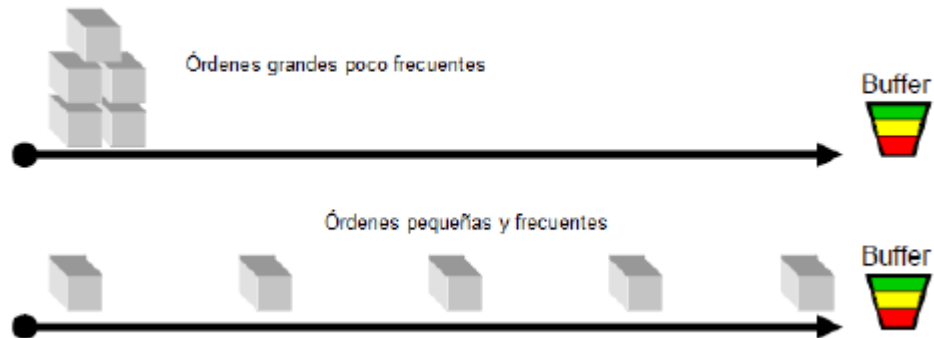
Tabla 3: Tiempos entre producción y disponibilidad por ítem.

	Rangos
<i>Lead time</i> largo	20-40%
<i>lead time</i> medio	41-60%
<i>Lead time</i> corto	61-100%

Fuente: Elaboración propia.

Mientras más largo es el LT del SKU, menor deberá ser el factor del LT y viceversa debido a que DD busca hacer órdenes de pedido frecuentes para SKU con LT largo buscando crear y proteger el flujo de información y materiales. Es así como DD está creando una especie de cinta transportadora de suministro entregando un flujo continuo de órdenes de suministro. Con órdenes más pequeñas se propaga el riesgo y se extiende el *buffer* en toda la cadena.

Figura 8. Órdenes grandes vs. órdenes frecuentes



Fuente: (Chad & Ptak, 2011).

Por lo tanto se utiliza  $50\% \text{ ADU} \times \text{lead time}$ . La zona verde quedaría en  $50\% \times (248 \text{ cjs} / \text{día}) \times 8 \text{ días} = 992 \text{ cjs}$ . Estas 992 cjs para el SKU 1001 determinarán la frecuencia de orden promedio y el tamaño específico de la orden.

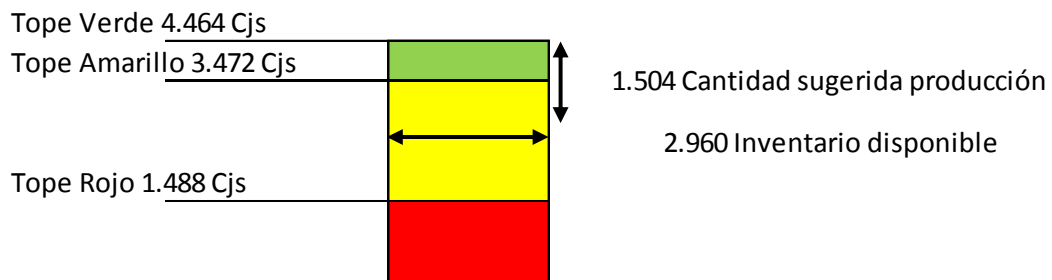
En adelante se buscará siempre estar en la zona verde del *buffer*, por lo que cuando la ecuación de inventario disponible dé como resultado una cantidad en la zona amarilla, se recomendará emitir una orden de suministro (producción) del tamaño necesario para llevar el disponible al tope verde. La zona verde define la frecuencia de orden promedio al dividirla entre el consumo promedio diario (ADU). Para este caso  $(992 \text{ cjs} / 248 \text{ cjs} \times 8 \text{ d})$  se emitirán ordenes de producción cada cinco días en promedio para reposición de inventarios.

Tabla 4: Ejemplo de pedido

Orden abierta	Inventario físico	Demanda	Inventario disponible	Cantidad de orden sugerida
600	3.260	900	2.960	1.504

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9: Cantidad sugerida de producción



Fuente: Elaboración propia.

### Zona amarilla:

La zona amarilla es el corazón de la cobertura del inventario en el *buffer*. Siempre se calcula multiplicando el total del consumo promedio diario por el *lead time*, en este caso  $(248 / \text{día} \times 8 \text{ d}) = 1.984 \text{ cjs}$ .

La relación entre la zona verde y amarilla también nos indica cuántas órdenes de aprovisionamiento abiertas tenemos en promedio. En nuestro ejemplo tenemos un promedio de dos órdenes de aprovisionamiento abiertas  $(1.984 / 992)$ . Al tener entonces que la zona verde nos define la frecuencia de pedido de orden promedio, y su relación con

la zona amarilla, con zonas verdes más pequeñas (mayores *lead times*) se tendrán más órdenes de aprovisionamiento abiertas, simulando la banda transportadora.

### **Inventario físico promedio:**

El *lead time* es de ocho días con consumo diario promedio de 248 cjs / día. Se emitirá una orden de producción o aprovisionamiento cada  $(992 \text{ cjs} / 248 \text{ cjs} \times \text{día})$  cuatro días en promedio. Esto significa que se tendrán dos órdenes abiertas en promedio cuando la ecuación de inventario esté en verde:

Tabla 5: Órdenes de producción por semana.

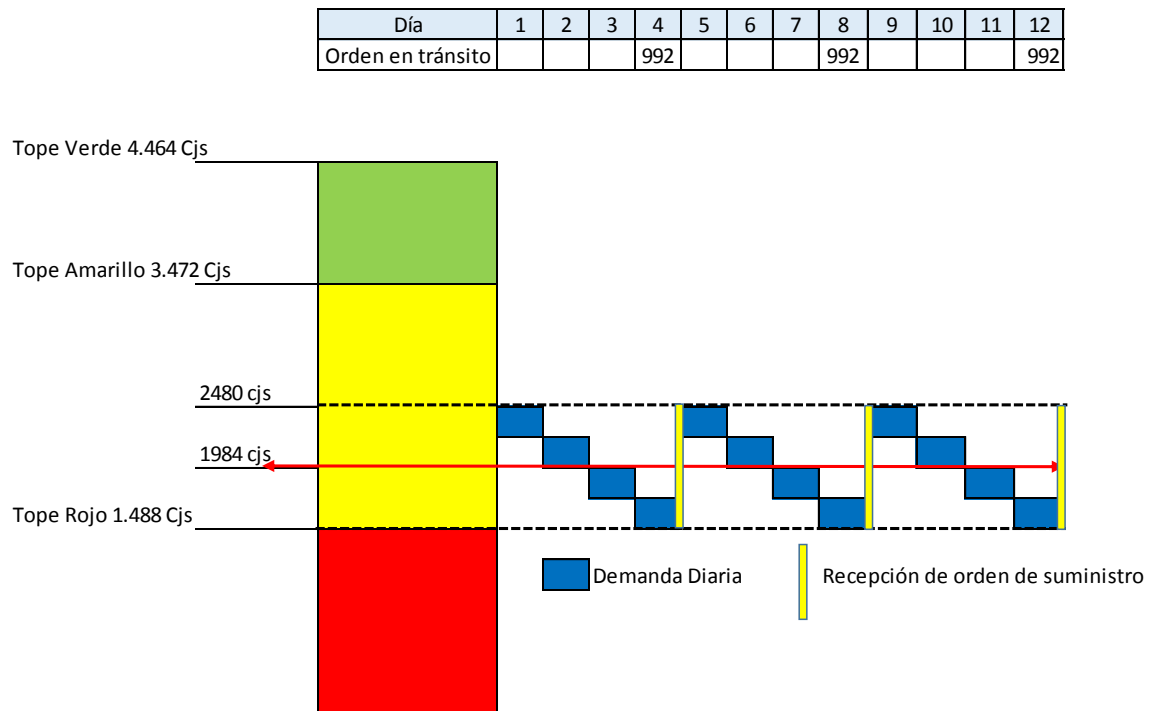
Día	1	2	3	4	5	6	7	8
Orden en tránsito	992				992			

Fuente: Elaboración propia.

El planeador deberá tener dos órdenes de suministro en tránsito de al menos 990 cjs cada una.

Es así cómo una vez se baje el tope amarillo, el planeador envía la primera orden de suministro por 992 cjs a planta. Con *lead time* de 8 días, el inventario físico sigue bajando a razón del consumo promedio diario, hasta que pasan los 8 días de LT e ingresa la primera orden de suministro. En adelante ingresará en promedio cada cuatro días. Así el *buffer* estará delimitado siempre por el mínimo del bloque amarillo y la mitad del tamaño del *buffer* verde. Siguiendo el consumo promedio teórico, estaremos en un rango de inventario físico entre 1.488 cjs y 2.480 cjs, con un dato promedio de 1.984 cjs.

Figura 10. Construcción del *buffer* para SKU 1001



Fuente: Elaboración propia.

### Zona roja:

La zona roja es la de seguridad del *buffer*. Entre mayor sea la variabilidad asociada con el SKU, mayor la zona roja. Ésta viene compuesta por dos zonas:

- Rojo base: equivale al *lead time* medio (50% del ADU) por el consumo promedio diario. Este factor del *lead time* puede ser diferente al utilizado en la zona verde, y viene definido igualmente por el planeador según los históricos de comportamiento de la demanda. Para este caso,  $50\% \times 248 \text{ cjs/día} \times 8 \text{ días} = 992 \text{ cjs}$ .

- Rojo seguridad: También conocido como factor de variabilidad, es única dependiendo del entorno. Existen también rangos para los factores de variabilidad dependiendo si es alta, media o baja. Esta se realiza calculando el coeficiente de variación de cada SKU y basado en la distribución del CoV de todos los SKU se determinan las barreras de viabilidad alta, media o baja. Para nuestro caso el SKU cae en un rango de variabilidad media.

Tabla 6: Rangos del factor de variabilidad

Rojo Seguridad	Rangos del Factor de Variabilidad
Variabilidad Alta	61-100% del Rojo Base
Variabilidad Media	41-60% del Rojo Base
Variabilidad Baja	0-40 % del Rojo Base

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente la zona roja contiene dos partes que deben ser sumadas, pues una zona relaciona el *lead time* y la segunda zona la variabilidad del sistema, esto para garantizar que se tienen en cuenta tanto factores internos como externos que pueden desviar el consumo promedio regular del SKU.

Teniendo demostrado el método de hallazgo de las zonas de *buffer* e inventario promedio con la metodología Demand Driven, analizaremos los resultados para el portafolio de 150 SKU, y su diferencia con la metodología tradicional de políticas de inventarios bajo el modelo estadístico de variabilidad histórica.

### Realización de mediciones en el portafolio:

Aquí traemos los datos para los primeros 25 SKU tomados de las mediciones reales de inventario para la categoría en estudio durante el período entre octubre y diciembre de 2015, y abajo se entrega la información ponderada para los 150 SKU:

Tabla 7. Parámetros para 25 SKU

SKU	Forecast semanal (Cajas)	Metodología Demand Driven						Política de inventarios Convencional				COSTO INVENTARIO PROMEDIO		
		Consumo promedio diario (ADU) (Cajas)	Lead time (días)	Zona verde (Cajas)	Zona amarilla (Cajas)	Zona roja (Cajas)	Inventario promedio (Cajas)	Safety stock (días)	Target promedio o Stock (días)	Safety Stock (Cajas)	Target promedio Stock (Cajas)	Factor Eur/caja	Demand Driven	Política de inventarios
1001	1.735	248	8 días --> 50%	992	1.983	1.487	1.983	4,9	12,6	1.215	3.127	13,72	27.209	42.898
1002	924	132	7 días --> 57%	528	924	830	1.094	4,5	12,3	595	1.617	3,45	3.772	5.576
1003	600	86	8 días --> 50%	343	685	514	685	4,9	12,3	420	1.050	2,80	1.917	2.935
1004	1.237	177	5 días --> 80%	707	883	1.272	1.625	4,9	12,3	866	2.164	2,86	4.642	6.181
1005	411	59	8 días --> 50%	235	469	352	469	8,5	14,7	500	862	2,76	1.293	2.377
1006	772	110	10 días --> 40%	441	1.103	618	838	5,0	13,7	555	1.513	4,92	4.128	7.451
1007	1.213	173	6 días --> 66%	693	1.040	1.155	1.502	4,9	12,3	849	2.123	3,65	5.485	7.753
1008	2.142	306	9 días --> 44%	1.224	2.754	1.768	2.380	4,9	12,3	1.499	3.749	3,26	7.770	12.238
1009	953	136	6 días --> 66%	545	817	908	1.180	2,6	12,3	356	1.668	3,97	4.687	6.624
1010	987	141	7 días --> 57%	564	987	886	1.168	3,0	12,3	424	1.727	3,59	4.190	6.194
1011	53	8	8 días --> 50%	31	61	46	61	9,9	15,1	76	115	12,60	770	1.452
1012	59	8	6 días --> 66%	33	50	56	73	12,7	17,8	106	149	10,99	798	1.641
1013	143	20	5 días --> 80%	82	102	147	188	6,9	12,3	140	251	11,83	2.227	2.966
1014	157	22	8 días --> 50%	90	180	135	180	11,0	12,3	246	275	10,38	1.864	2.855
1015	23	3	9 días --> 44%	13	30	19	26	13,8	19,0	46	63	14,66	378	920
1016	59	8	6 días --> 66%	34	50	56	73	13,0	18,2	109	153	17,23	1.255	2.633
1017	57	8	8 días --> 50%	33	66	49	66	12,9	18,1	106	148	14,90	978	2.210
1018	41	6	10 días --> 40%	23	58	32	44	12,6	17,8	73	103	14,79	652	1.526
1019	12	2	6 días --> 66%	7	10	12	15	5,6	10,7	10	19	16,80	255	315
1020	34	5	7 días --> 57%	19	34	31	40	12,9	18,1	63	88	15,95	642	1.401
1021	80	11	6 días --> 66%	46	69	76	99	7,4	13,7	84	157	17,13	1.698	2.689
1022	45	6	9 días --> 44%	26	58	37	50	8,8	12,3	57	79	19,99	1.006	1.585
1023	47	7	10 días --> 40%	27	67	38	51	7,4	12,3	49	82	16,00	817	1.317
1024	120	17	6 días --> 66%	69	103	114	149	7,4	12,3	126	210	15,91	2.364	3.341
1025	135	19	5 días --> 80%	77	96	139	177	7,4	10,8	142	208	16,66	2.956	3.463

Fuente: Elaboración propia.

Resultados 150 SKU:

Tabla 8: Resumen resultados 150 SKU

Sku	Forecast Semanal (Cajas)	Consumo promedio diario (ADU) (Cajas)	Metodología Demand Driven				Política de		COSTO INVENTARIO	
			Zona Verde (Cajas)	Zona Amarilla (Cajas)	Zona Roja (Cajas)	Inventario Promedio (Cajas)	Safety Stock (Cajas)	Target Average Stock (Cajas)	Demand Driven	Política de inventarios
1150	54.380	7.769	31.074	62.058	47.244	62.781	49.741	104.691	681.113	1.151.529

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Análisis de supuestos y resultados

### 5.2.1 Variación de costo asociado al capital de trabajo

En el primer bloque se tienen los datos hallados bajo la metodología Demand Driven, en el segundo, los datos en días y cajas para la política tradicional y en el bloque resaltado en verde la comparación valorizada en euros (moneda utilizada para homologar cifras de operación en la región de países andinos y centroamericanos por parte de la empresa estudiada) para el inventario promedio de cada una de las políticas. Para el portafolio de 150 SKU tenemos que con la metodología expuesta el inventario promedio para cada cierre mensual es de 681.113 euros, mientras que con el cierre promedio histórico actual bajo la metodología tradicional de 1.151.529 euros.

Esto se traduce en un mayor flujo de caja para la organización, pues requiere de un menor valor invertido y expuesto en inventarios, cuya diferencia puede ser utilizada en diferentes campos de inversión, como por ejemplo investigación, desarrollo de productos, publicidad para las marcas y demás acciones que traen un retorno adicional sobre la inversión y beneficio económico para las compañías.



### 5.2.2 Variación de costo asociado al almacenamiento

En segundo lugar, el nivel de inventario promedio trae asociados los costos de almacenamiento de los inventarios, entre los que se encuentran los costos financieros de las existencias, gastos del almacén, seguros, deterioros, pérdidas y degradación de la mercancía. El hallazgo de este costo asociado al almacenamiento del inventario por caja no corresponde a la tesis expuesta, por lo que tomaremos el valor actual real para la organización, sin embargo se entiende que este costo es independ

#### Costos fijos

iente y diferente en cada organización según las características de su operación:

Tabla 9: Costos directos e indirectos del inventario

<i><b>COSTOS DIRECTOS DE ALMACENAJE</b></i>	<i><b>COSTOS DIRECTOS DE MANUTENCIÓN</b></i>
Personal	
Vigilancia y seguridad	Personal
Cargas fiscales	Seguros
Mantenimiento del almacén	Amortización de equipos de manutención
Reparaciones del almacén	Amortización de equipos informáticos
Alquileres	Gastos financieros del inmovilizado
Amortización del almacén	<b>Costos variables</b>
Amortización de estanterías y otros equipos de almacenaje	Energía
Gastos financieros de inmovilización	Mantenimiento de equipos de manutención
Energía	Mantenimiento de equipos informáticos
Agua	Reparaciones de equipos de manutención
Mantenimiento de estanterías	Comunicaciones
Materiales de reposición	<i><b>COSTOS INDIRECTOS DE ALMACENAJE</b></i>
Reparaciones (relacionadas con almacenaje)	Administración y estructura
Deterioros, pérdidas y degradación de mercancías	De formación y entrenamiento del personal
Gastos financieros de <i>stock</i>	

Fuente: (Rojas, 2014).

Para este caso, el valor que se tiene es de un 18% de costo de almacenamiento (2% deterioro o robo + 6% almacenamiento físico + 10% costo financiero de *stocks*), último dato real obtenido por la operación.

Tabla 10: Costo de inventario y almacenamiento

Forecast Semanal (Cajas)	Consumo promedio diario (ADU) (Cajas)	Demand Driven	Política de inventarios	COSTO INVENTARIO		COSTO ALMACENAMIENTO	
		Inventario Promedio (Cajas)	Target Average Stock (Cajas)	Demand Driven	Política de inventarios	Demand Driven	Política de inventarios
54.380	7.769	62.781	104.691	681.113	1.151.529	122.600	207.275

Fuente: Elaboración propia.

En este caso se obtiene un beneficio por reducción de inventarios de 84.000 euros mensuales que van directo al costo de la operación y al estado de pérdidas y ganancias de la compañía, pues son ahorro en costo de almacenamiento por las diferentes variables arriba expuestas al tener un menor costo asociado de inventarios. Este ahorro corresponde a un 12% del valor del inventario promedio, el cual rota 3,4 veces al mes bajo la metodología DD, pues se tiene un inventario promedio de 62.781 cajas con *forecast* semanal de 54.380.

Adicional, el ahorro de 84.000 euros mensuales es equivalente a mejorar el margen bruto de operación en 8%, al disminuir el costo en cadena de suministro manteniendo los ingresos operacionales por ventas.

### 5.2.3 Variación de costo asociado al servicio

En tercer lugar se tiene el costo asociado al servicio, en el cual la metodología Demand Driven supone un mayor porcentaje de entrega y servicio bajo un menor costo de inventarios, con base en los siguientes supuestos:

- Los beneficios asociados y referenciados anteriormente están directamente relacionados a la velocidad del flujo de materiales e información relevante. Siguiendo el cambio en la planeación de inventarios, puede dejarse de lado el paradigma que indica que a menor inventario menor respuesta a la atención de pedidos y de servicio. Se trata de tener el inventario necesario para suplir a los clientes y reaccionar rápidamente a los cambios en la demanda.
- Con la metodología tradicional utilizada por las empresas de consumo masivo para la gestión de inventarios actualmente, las señales emitidas para el aprovisionamiento que recorren la cadena se van distorsionando a medida que se alejan de su punto de origen para estar más y más desalineadas con la demanda actual. Este fenómeno, conocido también como efecto látigo se debe a que la reposición tradicional de inventarios está basado en la filosofía de “push and promote” que no se ajusta a las necesidades del cliente sino que supone unos mercados más tolerantes a las roturas de *stock* (cuando no hay *stock* disponible para atender una orden de pedido) y largos *lead times* de reposición.

Para el caso en estudio, la empresa tiene para los 150 SKU un nivel de servicio hallado DE 79% de cajas entregadas al cliente a tiempo (% Customer Case Fill On Time - CCFOT). Esto quiere decir que existe oportunidad en un 21% de aumentar las ventas de

la organización con un mejor nivel de servicio, y a la vez supone y deja en entredicho la necesidad de las organizaciones actuales de dar un vuelco en términos de la cadena de suministro para ser el área soporte y estratégica que necesitan todas las operaciones.

Esta pérdida de servicio de 21% sobre los pedidos entregados a tiempo se traduce en la oportunidad de incrementar las ventas en este mismo porcentaje, equivalente para el caso en estudio a 500.000 euros de ingresos por ventas. Con la metodología Demand Driven se garantiza un nivel de servicio de 99,6% basado en los apartados expuestos anteriormente, lo que significaría materializar esta venta a favor.

#### **5.2.4 Variación de costo asociado al riesgo de obsolescencia**

En cuarto lugar, se tiene el costo asociado a la obsolescencia de inventarios por una mala política en la que se construye el inventario basado en pronósticos históricos de venta y no en la realidad de la demanda. Esto hace que se fabriquen productos que el cliente, en determinado momento, no quiere seguir comprando, y por tratarse de productos perecederos (alimentos) llegan a su estado de vencimiento rápidamente.

En este caso, la pérdida por obsolescencia corresponde al 1% de los productos fabricados con inventario mensual de 1.151.529 euros, esto es 11.521 euros. Se trata de una oportunidad para seguir generando valor a la compañía reduciendo costos asociados a los inventarios. Con la metodología DD se busca producir lo que el cliente está demandando en tiempo real, lo que garantiza la reducción de esta pérdida de inventario por vencimientos y obsolescencia.



## **6 CONCLUSIONES**

Toda operación comercial tiene como objetivo alguna rentabilidad sobre la inversión de los socios. Es labor primordial de la cadena productiva, logística y de suministro convertirse en un aliado estratégico de la organización para el incremento en los márgenes de rentabilidad y utilidad que cada organización se plantea como estrategia.

Como soporte a la planeación logística de reaprovisionamiento de inventarios, la metodología Demand Driven expone un nuevo camino en los métodos de trabajo de planeación basándose en el principio de crecimiento de flujo de materiales e información en tiempo real. La planeación de consumo se hace bajo la demanda inmediata de los clientes, dejando de lado la planeación con base en la historia. Esto trae como consecuencias los siguientes beneficios para las empresas:

- Aumento del flujo de caja de las organizaciones mediante la disminución del nivel de inventarios para posterior reducción del capital de trabajo, lo que permite mayor inversión en otras áreas de interés.
- Aumento en la rentabilidad basado en el menor costo de almacenamiento de inventarios.
- Aumento en los ingresos brutos mediante la mejora en el porcentaje de entregas efectivas a los clientes. Esto es con reducción de agotados, es decir con disponibilidad de inventario para cuando el cliente ingresa la orden de compra.

- Incremento en margen bruto y neto de la organización mediante la reducción de inventarios obsoletos haciendo referencia a productos vencidos, en mal estado o sin demanda.

Con estas conclusiones se mostrar al lector y a las organizaciones que hay nuevas herramientas de gestión de inventarios para facilitar la toma de decisiones cuando se esperan cambios de raíz de la cadena productiva como soporte a la operación. La metodología Demand Driven permite tener una estructura flexible para enfrentar las continuas exigencias de los consumidores y del mercado, y ser más rentables para competir en el mercado con precio y servicio.

## 7 REFERENCIAS

- Aparajithan, S., Berk, P., Gilbert, M. & Mercier, P. (2011). *The Hidden Supply-Chain Engine*. The Boston Consulting Group Whitepaper, 1, 4–11.
- Chad, S. & Ptak, C. (2011). *Reposición por consumo vs. stock de seguridad*. APICS, 1, 9,10,12.
- Chase Jr, C. W. (2010). *Demand-Driven Forecasting*. Wiley, 1, 12–18.
- Harding, L. & Ptak, C. (2012). *Could demand-driven MRP be the solution we have been looking for*. Operations Management, 6.
- Herakovic, N., Metlikovic, P. & Debevec, M. (2014). *Motivational Lean Game to Support Decision between Push and Pull Production Strategy*. International Journal of Simulation Modelling, 13.
- Kazez, P. (2014). *Sales & Operation Planning (S&OP)*. SKC Consulting Group, 1–4. Retrieved from [http://www.camarco.cl/newsletter/430/images/doc/revista\\_cc.pdf](http://www.camarco.cl/newsletter/430/images/doc/revista_cc.pdf)
- King, P. L. (2011). *Crack the code. Understanding Safety Stock and Mastering its Equations*. Apics, (August), 33–36. Retrieved from <http://gala.gre.ac.uk/3955/>
- Wells, A. M., & Schorr, J. (2007). *Sales and Operations Planning: The Key to Continuous*. Retrieved from [http://fm.sap.com/pdf/jan09/Sales\\_and\\_Operations\\_Planning.pdf](http://fm.sap.com/pdf/jan09/Sales_and_Operations_Planning.pdf)
- Mc Divitt, C., Veer, E. & Pivar, B. (2014). *Demand-Driven Supply Chain*. Capgemini, 1. Retrieved from [www.capgemini.com](http://www.capgemini.com)
- Medina, A., Nogueira, D. & Negrín, E. (2002). *El Sistema MRP*, 1. Retrieved from [http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/import/Sistema\\_MRP.pdf](http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/import/Sistema_MRP.pdf)
- Mora García, L. A. (2011). *Diccionario de Logística y SCM*, 1–155. Retrieved from [http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e\\_libros/logistica/dic\\_logistica.pdf](http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/dic_logistica.pdf)
- Ptak, C. A. & Smith, C. (2013a). *Explicación y simulación del buffer de Demand Driven MRP*. Retrieved from [http://www.flowingconsultoria.com/uploads/9/7/3/1/9731015/buffer\\_de\\_demand\\_driven\\_mrp.pdf](http://www.flowingconsultoria.com/uploads/9/7/3/1/9731015/buffer_de_demand_driven_mrp.pdf)
- Ptak, C. A. & Smith, C. (2013b). *Conceptos básicos de Demand Driven MRP*. Retrieved from



[http://www.floatingconsultoria.com/uploads/9/7/3/1/9731015/conceptos\\_basicos\\_de\\_de\\_mand\\_driven\\_mrp.pdf](http://www.floatingconsultoria.com/uploads/9/7/3/1/9731015/conceptos_basicos_de_de_mand_driven_mrp.pdf)

Ptak, C. A., Smith, C., Ptak, C. & Smith, C. (2012). *Material Requirements Planning in a Demand Driven World*. Retrieved from [http://www.apics.org/docs/annual-conference/foundations\\_in\\_production\\_and\\_inventory\\_management\\_material\\_requirements\\_planning\\_in\\_a\\_demand-driven\\_world\\_ptak.pdf](http://www.apics.org/docs/annual-conference/foundations_in_production_and_inventory_management_material_requirements_planning_in_a_demand-driven_world_ptak.pdf)

Rojas, R. (2014). *Contabilidad de costos*. Bdigital, 1. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/12101/1/ricardorojasmedina.2014.pdf>

Smith, P. D. & Smith, C. (2013). *¿Qué esta mal con los indicadores de las cadenas de suministro?* Strategic Finance, 1–8.

Sun, L., Ganj, J. & Lee, D.-H. (2011). *Transportation Research Singapore*.

Sun, L., Jin, J. G., Lee, D. H., Axhausen, K. W. & Erath, A. (2014). *Demand-Driven Timetable Design for Metro Services*. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 46.

World Bank. (2006). *Water Supply and Sanitation Feature Story. A Demand Driven Approach in Service Delivery: the Community Water and Sanitation Program in Ganna*.

Zhang, Y., Downey, K., Urbano, C. & Klingler, T. (2015). *A Scenario Analysis of Demand-Driven Acquisition (DDA) of E-Books in Libraries*, 59.

Zhu, S. (2010). *EOQ with a Reorder Point*. Retrieved from [http://teaching.ust.hk/~ismt162/Lectures/ch12\\_part3\\_-ReorderPoint\[1\].pdf](http://teaching.ust.hk/~ismt162/Lectures/ch12_part3_-ReorderPoint[1].pdf)